

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

(12) **Patentschrift**
(10) DE 197 28 069 C 1

(51) Int. Cl. 6:
A 61 B 3/16
G 08 C 17/00

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(73) Patentinhaber:

Acritec GmbH, 16548 Glienicker, DE

(74) Vertreter:

Nöth und Kollegen, 80336 München

(72) Erfinder:

Schnakenberg, Uwe, Dr.-Ing., 52074 Aachen, DE;
Mokwa, Wilfried, Dr.rer.nat., 47800 Krefeld, DE;
Kreiner, Christine F., Dr.rer.nat., 81545 München,
DE; Richter, Horst, Dr., 52146 Würselen, DE

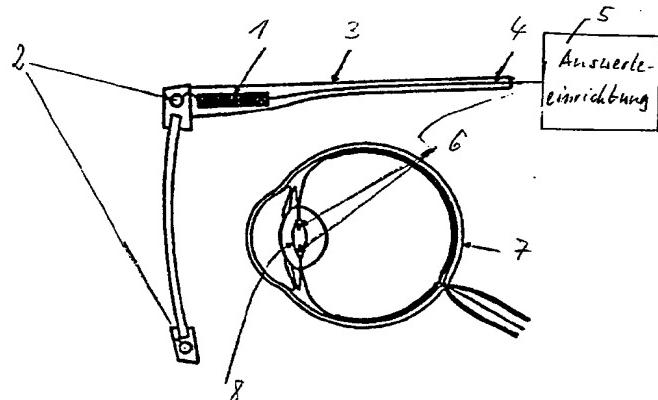
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 31 12 910 C2
US 50 13 396
US 50 05 577

COLLINS, C. C.: Miniature Passive Pressure
Transensor for Implanting in the Eye, In:
IEEE Transactions on Bio-Medical Engineering,
Vol. BME-14, April 1967, No. 2, S. 74-83;

(54) Vorrichtung zur Messung des Augeninnendrucks

(57) Eine Vorrichtung zur Messung des Augeninnendrucks mit einer im Auge implantierbaren Fernmeßeinrichtung 6, welche einen Drucksensor, einen die Sensorsignale zwischenspeichernden Datalogger, eine die Sensorsignale in drahtlos übertragbare Informationen wandelnde Einrichtung und eine Sendeeinrichtung enthält, und mit einer außerhalb des Auges angeordneten Empfangseinrichtung 1, welche die aus dem Datalogger zeitlich begrenzt abgefragten Informationen von der Sendeeinrichtung empfängt und an eine Auswerteeinrichtung 5 ange schlossen ist, in welcher die empfangenen Informationen in Daten des Augeninnendruckes für eine Aufzeichnung gewandelt werden.



DE 197 28 069 C 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Eine derartige aus der US 5.005.577 bekannte Vorrichtung beinhaltet eine in ein Auge mittels einer Intraokularlinse implantierbare Fernmeßeinrichtung, welche einen Drucksensor, eine die Sensorsignale in drahtlos übertragbare Informationen wandelnde Einrichtung und eine Sendeeinrichtung enthält. Mittels einer außerhalb des Auges angeordneten Empfangseinrichtung können die von der implantierten Sendeeinrichtung gesendeten Informationen empfangen werden und in Daten des Augeninnendrucks gewandelt werden, die aufgezeichnet werden können. Ferner kann die bekannte Vorrichtung eine von außen gespeiste Energiequelle, beispielsweise ein fotoelektrisches Element aufweisen, um einen aktiven Sensor und Telemetriesender für die Datenübertragung zu erreichen.

Aus der DE 31 12 910 C2 ist es bekannt, einen Augendrucksensor in Form eines elektrischen Resonanzkreises an einer auf die Augenhornhaut aufsetzbaren Kontaktlinse anzubringen. Mit Hilfe einer drahtlosen Meßeinrichtung, welche als "Grid-dip-Meter" arbeitet und an einer Brillenfassung angeordnet ist, werden die Sensorsignale drahtlos empfangen und an eine zentrale Auswertestation weiter vermittelt.

Um objektiv beurteilen zu können, ob eine pathologische Drucksituation im Auge vorliegt, müssen Druckmessungen ausgewertet werden, die über einen längeren Zeitraum hin sich erstrecken. Erst aufgrund dieser Druckmessungen kann der Arzt entscheiden, ob eine Therapie und welche Therapie einzuleiten ist. Die Erfassung der länger andauernden Druckmessungen ist mit den bekannten Geräten aufwendig, da die Empfangseinrichtung ständig in der Nähe des Auges angeordnet sein muß.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zur Messung des Augeninnendruckes der eingangs genannten Art zu schaffen, mit welcher eine kontinuierliche Überwachung des Augeninnendruckes einfach durchführbar ist.

Diese Aufgabe wird erfundungsgemäß durch das Kennzeichen des Patentanspruches 1 gelöst.

Hierdurch wird eine bedarfswise Abfrage der kontinuierlich erfaßten Druckmessungen erreicht.

Die Fernmeßeinrichtung, welche in bevorzugter Weise als aktive Telemetrie ausgebildet ist, kann an einer geeigneten Stelle, beispielsweise Sulkus, Kapselsack, Vorderkammer, als einsetzbares Implantat angeordnet sein. Dieses Implantat kann als Intraokularlinse ausgebildet sein, wobei die Fernmeßeinrichtung außerhalb des optischen Linsenteils bevorzugt an einem das Linsenteil umgebenden Haptikrand vorgesehen ist. Hierdurch wird eine intelligente Linse zur multifunktionalen Meßwerterfassung durch aktive Telemetrie und Integration eines Dataloggers ermöglicht, mit welcher Meßwerte gespeichert werden können.

Als Sensoren eignen sich solche, mit denen der Augeninnendruck erfaßt werden kann, und welche, wie aus der US 5.013.396 für den Einsatz in Blutgefäßen und als Herzkatether bekannt, in Oberflächenmikromechanik ausgebildet sind. Der Drucksensor, die zugehörige Signalverarbeitungsschaltung, der Datalogger und die sensorseitigen telemetrischen Komponenten, insbesondere Spule und Kondensatoren, sind in bevorzugter Weise monolithisch in einem Chip, beispielsweise Silicium- bzw. Siliconchip integriert. Durch induktive Signal- und Energieübertragung zwischen der implantierten Fernmeßeinrichtung und der außerhalb des Auges vorgesehenen Empfangseinrichtung erreicht man eine aktive Telemetrie, wobei die Energieversorgung der im Auge angeordneten Fernmeßeinrichtung durch induktive Energieübertrag-

ung erreicht werden kann. Hierzu besitzen sowohl die implantierte Fernmeßeinrichtung als auch die außerhalb des Auges angeordnete Empfangseinrichtung entsprechend ausgebildete Antennen in Form von Spulen (Ringspulen).

- 5 Es ist eine kontinuierliche Messung des Augeninnendruckes über mehrere Stufen möglich, ohne daß eine kontinuierliche Datenabfrage nach außen erforderlich ist. Durch den in der aktiven Telemetrie integrierten Datalogger können Daten gespeichert werden und zeitlich begrenzt, beispielsweise jeweils in der Woche einmal, abgefragt werden. Die Kalibrierung der implantierten Sensoren ist ohne externes Gerät durch Selbstkalibrierung möglich. Zur Kalibrierung braucht keine Brille getragen zu werden: Man erreicht eine Verringerung der eingespeisten Energie bei aktiver Telemetrie. Die 15 Störempfindlichkeit der Messung wird durch den monolithisch integrierten Aufbau verringert. Die Meßeinrichtung ist EMV-verträglicher. Durch eine bevorzugt oberflächenmikromechanische Lösung erreicht man eine geringe Bruchempfindlichkeit der Sensoren. Ferner können oberflächenmikromechanische Sensoren in den für die Implantation erforderlichen Abmessungen hergestellt werden. Durch den monolithisch integrierten Aufbau können Siliciumchips so gedünnt werden, daß sie in das Augenimplantat, insbesondere eine Intraokularlinse, passen. Die Energieversorgung kann durch die induktive Energieübertragung von außen erfolgen, so daß eine Batterie nicht erforderlich ist.

Anhand der Figuren wird an einem Ausführungsbeispiel die Erfindung noch näher erläutert. Es zeigt:

- Fig. 1 in schematischer Seitenansicht ein Ausführungsbeispiel der Erfindung; und

Fig. 2 ein als Linse ausgebildetes Implantat, welches die bei der Erfindung zum Einsatz kommende Fernmeßeinrichtung enthält.

- Bei dem in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine Fernmeßeinrichtung 6 mittels eines als Intraokularlinse 8 ausgebildeten Augenimplantats in das Auge eingesetzt. Die Fernmeßeinrichtung 6, welche Drucksensoren 10 und sensorseitige Telemetrikkomponenten, insbesondere eine Telemetrielektronik 11 aufweist, ist im Bereich eines Haptikrandes 14, welcher einen optischen Teil 9 der Intraokularlinse umgibt, angeordnet. Die Drucksensoren 10 können in Oberflächenmikromechanik ausgebildet sein. In die Telemetrielektronik 11 ist ein Datalogger zur Speicherung der von den Drucksensoren 10 empfangenen Meßwerte angeordnet. Ferner ist die Telemetrielektronik mit einer als Sende- und Empfangsanenne arbeitenden Spule 15 verbunden. Die Telemetrielektronik 11 sowie die Drucksensoren können monolithisch in einen Siliciumchip integriert sein, der so dünn ausgebildet ist, daß er in den Haptikrand 14 der Linse paßt. In bevorzugter Weise ist die Linse aus Silikonmaterial hergestellt. Der Haptikrand 14 besitzt eine Breite von ca. 1 mm. Der Linsendurchmesser kann zwischen 6,5 und 7 mm variieren. Mittels Haptikfäden 13 läßt sich die Intraokularlinse beispielsweise im Kapselsack des Auges fixieren. Die Drucksensoren 10 (Sensorkomponenten) und die Telemetrielektronik (Lesestation) mit Transponderelektronik und der als Spule 15 ausgebildeten Mikroantenne befinden sich in dem Haptikrand 14 außerhalb der optischen Zone 9 der Intraokularlinse. Die Dicke des Linsenkörpers kann je nach Brechkraft 1 bis 2 mm aufweisen.

Für das Implantatmaterial kommt beispielsweise ein Polydiorganosiloxan, in bevorzugter Weise Polydimethylsiloxan wegen seiner guten Bioverträglichkeit und Verformbarkeit zum Einsatz. Das Implantat kann somit im gefalteten oder auch gerolltem Zustand durch einen kleinen Operationsschnitt implantiert werden. Auch für die Verkapselung der Mikrokomponenten der Fernmeßeinrichtung kann ein Polydiorganosiloxan, insbesondere Polydimethylsiloxan,

BEST AVAILABLE COPY

verwendet werden.

Die von den Drucksensoren **10** in Abhängigkeit vom gemessenen Augeninnendruck erzeugten Meßsignale werden von der Telemetrie- und Transponderelektronik in drahtlos übertragbare Informationen gewandelt und mittels der als Spule **15** ausgebildeten Mikroantenne ausgesendet und außerhalb des Auges von einer Empfangseinrichtung **1** über eine ebenfalls als Spule **2** ausgebildeten Antenne empfangen. Die Empfangseinrichtung **1** und die Spule **2** können in einem Brillengestell **3** angeordnet sein. Es eignen sich jedoch auch andere Fixierungsmittel, beispielsweise eine bequeme Augenbinde. Die Empfangseinrichtung **1** ist über ein Kabel **4** mit einer Auswerteeinrichtung **5** in einem Basisgerät verbunden. Dieses Basisgerät kann neben der Auswerteeinrichtung und Schnittstellenelektronik auch eine Batterie zur Energieversorgung aufweisen. Es ist jedoch auch möglich, die Energieversorgung über ein Netzkabel zu gewährleisten. Die Auswerteeinrichtung **5** wandelt die empfangenen Informationen in Daten um, welche aufgezeichnet werden können. Hierzu kann eine stationäre Datenauswerteeinrichtung vorgesehen sein für eine Offline-Datenaufbereitung, -speicherung, -analyse und -visualisierung auf PC-Basis.

Die Energieversorgung der im Auge implantierten Fernmeßeinrichtung **6** kann auf induktivem Wege über die beiden beim Sendeempfangsbetrieb als Antennen wirkenden Spulen **2** und **15** erfolgen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Messung des Augeninnendrucks mit einer in ein Auge implantierbaren Fernmeßeinrichtung, welche einen Drucksensor, eine die Sensorsignale in drahtlos übertragbare Informationen wandelnde Einrichtung und eine Sendeeinrichtung enthält, einer außerhalb des Auges angeordneten Empfangseinrichtung, welche die von der Sendeeinrichtung gesendeten Informationen empfängt und einer Auswerteeinrichtung, welche die empfangenen Informationen in Daten des Augeninnendrucks wandelt, die aufgezeichnet werden können, **dadurch gekennzeichnet**, daß die in das Auge implantierbare Fernmeßeinrichtung (**6**) einen Datalogger aufweist, in welchem die vom Drucksensor (**10**) kontinuierlich gelieferten Meßdaten speicherbar und aus welchem die Meßdaten beim Sende-Empfangsbetrieb zeitlich begrenzt abfragbar sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Mikrokomponenten der Fernmeßeinrichtung (**6**) mit Polydiorganosiloxan, insbesondere Polydimethylsiloxan, ver kapselt sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Implantat, insbesondere die Intraokularlinse, mit welcher die Fernmeßeinrichtung (**6**) implantiert ist, aus Polydiorganosiloxan, insbesondere Polydimethylsiloxan, besteht.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Komponenten der Fernmeßeinrichtung (Telemetrie), nämlich der bzw. die Drucksensor(en), die zugehörige Signalverarbeitung, der Datalogger und die telemetrischen Komponenten, wie Spule und Kondensatoren voll monolithisch integriert sind.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY

